



## Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

**Aktenzeichen:** 102 49 725.7

**Anmeldetag:** 25. Oktober 2002

**Anmelder/Inhaber:** BAYER AKTIENGESELLSCHAFT,  
Leverkusen/DE

**Bezeichnung:** Vorrichtung zur Prüfung der Kratzfestigkeit  
von Oberflächen

**IPC:** G 01 N 19/04

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 24. Juli 2003  
**Deutsches Patent- und Markenamt**  
**Der Präsident**  
Im Auftrag

Ebert

### Vorrichtung zur Prüfung der Kratzfestigkeit von Oberflächen

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Prüfung der Kratzfestigkeit von Oberflächen. Die Prüfung der Kratzfestigkeit erfolgt mittels eines mit Feststoffpartikeln versetzten Gasstroms, welcher über die zu prüfende Oberfläche strömt. Die Vorrichtung dient insbesondere zur praxisnahen Simulation der Verkratzungsvorgänge an Automobilen im Fahrbetrieb durch Schmutzpartikel, Flugsand o.dgl. im Fahrtwind.

Verschiedene, teilweise genormte, Verfahren zur Prüfung der Kratzfestigkeit von Oberflächen sind aus dem Stand der Technik bekannt. All diesen Verfahren ist gemein, dass die Oberfläche von Probekörpern durch Festkörper hoher Härte entweder mit mehreren Kontaktpunkten, beispielsweise durch lose oder gebundene Partikel, oder mit nur einem Kontaktpunkt, beispielsweise einer Diamantspitze, durch eine berührende Relativbewegung verkratzt werden. Bei allen beschriebenen Verfahren erfolgt in der Regel nach der Verkratzung der Oberflächen eine Analyse der optischen und/oder topografischen Eigenschaften der Oberfläche. Dies erfolgt z.B. durch eine Messung der optischen Trübung, des Glanzes oder durch Untersuchungen im Licht-, Rasterelektronen- oder Atomkraftmikroskop.

Zu den genormten Verfahren zur Prüfung der Kratzfestigkeit gehört das Sandrieselverfahren (DIN 52 348). Beim Sandrieselverfahren wird die Oberfläche eines Probekörpers durch einen wohldefinierten Normsand verkratzt, welcher aus einer Höhe von 1650 mm durch ein Fallrohr fällt. Dabei ist die Sandmenge auf 3 kg festgelegt. Die Auftreffgeschwindigkeit des Sandes ergibt sich unmittelbar aus der Fallhöhe (unter Vernachlässigung der Luftreibung) zu 5,69 m/s. Insbesondere im Hinblick auf eine Simulation der Abrasivbelastung der Oberflächen von Fahrzeugteilen im Fahrtwind durch Flugsand, Schmutzpartikel o.dgl. ist die Auftreffgeschwindigkeit des Sandrieselverfahrens jedoch zu niedrig. Die Auftreffgeschwindigkeit von Partikeln im Fahrtwind liegt üblicherweise zwischen etwa 30 km/h und 200 km/h, d.h. zwischen 8,33 m/s und 55,56 m/s.

Ein weiteres genormtes Testverfahren ist das Reibradverfahren, auch Taber-Abraser-Test genannt (DIN 52 347). Beim Taber-Abraser-Test werden die Oberflächen der Probekörper, welche auf dem Drehteller des Verschleiß-Prüfgerätes liegen, durch zwei sich in entgegengesetzter Richtung drehende Reibräder auf Gleitverschleiß beansprucht. Die Reibräder der Firma Teledyne Taber (USA), Typ CS 10 F, bestehen aus einem definierten feinkörnigen Schleifmittel, das in Gummi eingebettet ist. Zur Simulation der Abrasivbelastung der Oberflächen von Fahrzeugteilen im Fahrtwind durch Flugsand, Schmutzpartikel o.dgl. hat der Taber-Abraser-Test den Nachteil, dass die Andruckkraft des verschleißenden Mediums auf den Probekörper, wahlweise 2,7 N oder 5,4 N, im Vergleich zu dem für Automobilanwendungen relevanten Bereich zu groß ist. Modellhafte Abschätzungen der Andruckkraft von Partikeln im Fahrtwind ergeben Werte um 0,5 N. Diese Andruckkraft tritt zudem nur über einen Zeitraum von weniger als 1 µs auf.

In E.W.J. Mardles, *J. Oil Colour Chem. Assocn. (1928), 11, Seiten 230-259* und in P.H. Shipway und I.M. Hutchings, *Surface and Coatings Technology (1995), 71(1), Seiten 1-8* sind Verfahren beschrieben, in denen abrasive Partikel durch einen Luftstrom auf eine Probenoberfläche gestrahlt werden. Bei diesen Verfahren treten zwar vergleichsweise hohe Relativgeschwindigkeiten zwischen Verschleißmedium und Probenoberfläche von bis zu 77 m/s auf. Nachteilig bei diesen Verfahren ist jedoch, dass der Anströmwinkel nicht variiert werden kann. Bei den in den Normen ASTM G 76 - 95 und ÖNORM M 8126 beschriebenen Verfahren wird ebenfalls ein Partikelstrom mit hoher Geschwindigkeit auf eine Oberfläche gelenkt. All diesen Verfahren ist jedoch gemein, dass der Ausgang des Düsenrohres o.dgl., welches den Gaspartikelstrom auf die Probenoberfläche leitet, von dem Probekörper, welcher frei im Raum gehalten wird, beabstandet ist. Dies bedeutet, dass der Gaspartikelstrom zwischen dem Ausgang des Düsenrohres und der Probenoberfläche frei strömt, was zu Verwirbelungen und Turbulenzen im Bereich der Probenoberfläche führen kann. Eine wohldefinierte Strömung und damit eine reproduzierbare Kratzbelastung der Probenoberfläche ist somit nicht gegeben.

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung lag darin, eine Vorrichtung zur Prüfung der Kratzfestigkeit von Oberflächen zur Verfügung zu stellen, welche die genannten Nachteile nicht aufweist.

5

Die Lösung der Aufgabe erfolgt erfindungsgemäß durch die Merkmale des Anspruchs 1.

10

Gegenstand der Erfindung ist eine Vorrichtung zur Prüfung der Kratzfestigkeit von Oberflächen eines Probekörpers mittels eines mit Feststoffpartikeln versetzten Gasstroms, wenigstens umfassend ein Rohr, welches austauschbar ist, zur Lenkung des Gasstroms auf einen Probenhalter mit der zu prüfenden Oberfläche, wobei zur Erzeugung des Gasstroms ein Gebläse am Rohreingang oder eine Saugvorrichtung am Rohrausgang vorgesehen ist sowie eine Dosiervorrichtung am Rohreingang oder stromabwärts entlang des Rohres zur Dosierung der Feststoffpartikel in den Gasstrom, wobei das Rohr im Bereich des Rohrausgangs gewinkelt ist und der abgewinkelte Rohrteil an dem Winkel eine Öffnung aufweist, an welcher der Probenhalter mit dem Rohr lösbar verbunden ist, oder anstelle der Öffnung im Inneren des abgewinkelten Rohrteils an dem Winkel ein Probenhalter vorgesehen ist, wobei die Öffnung mit dem Probenhalter oder der Probenhalter im Innern des Rohres so positioniert ist, dass der Gasstrom auf den Probenhalter gerichtet ist.

20

25

Der Probenhalter dient zur Anbringung der Prüfoberfläche an die seitliche Öffnung des Rohres, welche sich an dem Winkel im abgewinkelten Teil des Rohres, d.h. in Strömungsrichtung hinter dem Winkel, befindet. Die seitliche Öffnung ist dabei so positioniert, dass der Gasstrom auf den Probenhalter mit der zu prüfenden Oberfläche gerichtet ist. Alternativ kann auch im Rohrrinnern ein Probenhalter vorgesehen sein, der ebenfalls so positioniert ist, dass der mit Partikeln beladene Gasstrom auf den Probenhalter gerichtet ist. Bei dieser Alternative ist keine Öffnung an dem Winkel vorgesehen.

30

Der Probenhalter kann z.B. eine Platte oder ein Quader sein, auf den die zu prüfende Oberfläche aufgebracht ist oder mit dessen Hilfe die Probenoberfläche an die Rohröffnung angedrückt ist. Der Probenhalter ist dementsprechend lösbar mit dem Rohr verbunden. Er kann beispielsweise mit Hilfe einer Schraub- oder Klemmverbindung oder durch Federn mittels Druck oder Zug befestigt sein. Der Probenhalter kann auf diese Weise reproduzierbar an der Öffnung angebracht werden. Wird eine Saugvorrichtung zur Erzeugung des Gasstroms verwendet, kann der Saugdruck gegebenenfalls stark genug sein, um den Prüfling an die Öffnung anzudrücken, so dass kein zusätzliches Befestigungsmittel notwendig ist.

10

Das Rohr, durch das der mit Feststoffpartikeln versetzte Gasstrom geleitet wird, ist austauschbar, d.h. es ist lösbar mit den übrigen Komponenten der Vorrichtung, insbesondere der Dosiervorrichtung, dem Probenhalter und der zur Gasstromerzeugung dienenden Saugvorrichtung o.dgl. verbunden. Dies hat den Vorteil, dass das Rohr durch einfache Handhabung gegen ein anderes Rohr mit einem anderen Winkel ausgetauscht werden kann. Auf diese Weise kann der Anströmwinkel, unter dem die Probenoberfläche geprüft wird, variiert werden. Der Winkel des Rohres, und damit der Anströmwinkel, beträgt bevorzugt 5 bis 90°.

15

20

Das Rohr kann beliebige Querschnitte aufweisen. Vorzugsweise weist es jedoch einen quadratischen Querschnitt auf. Der Durchmesser des Rohres ist im Wesentlichen konstant über die gesamte Länge des Rohres. Um ein gleichförmiges Strömungsprofil zu erzielen, welches für eine möglichst homogene Verkratzung der Oberfläche, und damit für eine hohe Reproduzierbarkeit, notwendig ist, ist das Verhältnis von Durchmesser zu Länge des Rohres entscheidend, wobei die hierfür maßgebliche Länge des Rohres die Distanz zwischen der Dosiervorrichtung und der Öffnung bzw. dem Probenhalter mit der Prüfoberfläche ist. Dementsprechend stehen der Durchmesser des Rohres und die Länge des Rohres zwischen der Dosiervorrichtung und der Öffnung bevorzugt in einem Verhältnis von 1:5 bis 1:100, besonders bevorzugt von 1:20 bis 1:30, zueinander. Unter dem Durchmesser des Rohres ist im Falle eines quadratischen Querschnitts die Kantenlänge des Rohres zu verstehen. Insbe-

25

30

sondere durch die Verwendung eines quadratischen Querschnitts können Querschnittsänderungen, und damit lokale Geschwindigkeitsänderungen, im Bereich des Winkels, d.h. im Bereich der Probenoberfläche, vermieden werden.

- 5 Ein besonderer Vorteil der erfindungsgemäßen Vorrichtung liegt darin, dass der Probenhalter so an der seitlichen Öffnung im Bereich des Rohrwinkels angebracht wird, dass er die Öffnung vollständig bedeckt. Das Rohr ist somit mit Ausnahme der Öffnungen am Eingang und Ausgang des Rohres sowie gegebenenfalls einer zusätzlichen Öffnung für die Zudosierung der Feststoffpartikel in den Gasstrom geschlossen.
- 10 Die zu prüfende Probenoberfläche weist in das Rohrrinnere und ist somit von der Umgebung abgeschirmt. Wäre das Rohr nicht mit der Probe verbunden, sondern mit einem Abstand auf die Probe gerichtet, so würde der Gasstrom zwischen dem Rohrausgang und der Probe frei strömen. Das Strömungsprofil des Gasstroms würde beim Austritt aus dem Rohr verzerrt werden. Es käme zu Verwirbelungen im Bereich der
- 15 Probenoberfläche und somit zu einer inhomogenen Verkratzung der Probenoberfläche.

- Der Gasstrom, z.B. ein Luftstrom, wird durch Überdruck mit Hilfe eines Kompressors, Gebläses o.ä. oder durch Unterdruck mit Hilfe einer Vakuumpumpe, einem
- 20 Sauger o.ä. erzeugt. Feststoffpartikel können dem Gasstrom geregelt oder ungeregelt zugesetzt werden, bevorzugt jedoch geregelt über einen bestimmten Zeitraum verteilt. Dies kann beispielsweise durch eine gravimetrisch geregelte Dosiervorrichtung erfolgen. Als Dosiervorrichtung kann aber beispielsweise auch alternativ ein Trichter nach dem Sanduhrprinzip verwendet werden. Zur Regulierung der Strömungsgeschwindigkeit ist an dem Rohr ein Stellventil angebracht. Die Strömungsgeschwindigkeit des mit Feststoffpartikeln versetzten Gasstroms ist vorzugsweise im Bereich
- 25 von 1 bis 100 m/s, besonders bevorzugt von 5 bis 50 m/s, regelbar. Bei geeigneter Wahl der Saugvorrichtung oder des Gebläses zur Erzeugung des Gasstroms, sind auch höhere Strömungsgeschwindigkeiten möglich.

Die Vorrichtung eignet sich beispielsweise zur Prüfung von Oberflächen aus Glas, Metall, Keramik oder Kunststoff, beispielsweise Lacke. Die genannten Materialien können auch als Substrat dienen, das mit einer zu prüfenden Beschichtung aus Glas, Metall, Keramik oder Kunststoff, beispielsweise Lacke, versehen ist.

5

Als Partikel können beispielsweise körnige Feststoffe eingesetzt werden, z.B. aus Sand, Metall oder Metalloxid. Die Partikelgröße beträgt vorzugsweise von 10 bis 2000  $\mu\text{m}$ . Die Dichte der Feststoffpartikel beträgt bevorzugt von 500 bis 22000  $\text{kg/m}^3$ , besonders bevorzugt von 1000 bis 10000  $\text{kg/m}^3$ .

10

Üblicherweise werden Partikelmengen von 1 bis 10 g in den Gasstrom dosiert. In Abhängigkeit von der Art der Partikel und der zu prüfenden Oberfläche können jedoch auch beliebig kleinere oder größere Mengen eingesetzt werden. Die Beladung des Gasstroms mit Feststoffpartikeln beträgt vorzugsweise von 0,1 bis 500  $\text{g/m}^3$ .

15

Im folgenden wird die Erfindung unter Bezugnahme auf die anliegende Figur 1 näher erläutert.

Figur 1 zeigt ein Schema einer bevorzugten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung.

20

Durch das Vierkantrohr 1 mit einer Innenkantenlänge von 36 mm strömt ein Luftstrom, welcher mit Hilfe eines Saugers 3 erzeugt wird. Am oberen Ende des vertikal angeordneten Rohres 1 wird über einen Trichter 7 eine wohldefinierte Masse Sand o.dgl. zugeführt. Der Trichter 7 hat eine Höhe von 50 mm und eine Austrittsöffnung von 2 mm bei einem Öffnungswinkel von  $40^\circ$ . Der Trichter wird durch Abstandshalter über der Eingangsöffnung des Rohres 1 positioniert, so dass Luft seitlich in die Rohröffnung einströmen kann. Durch Variation der Höhe der Abstandhalter kann die Breite des Spaltes, durch den Luft seitlich eintritt, und damit die Geschwindigkeit variiert werden. Dadurch kann die Einmischung der Partikel in den Luftstrom ggf. so

25

30

optimiert werden, dass eine möglichst homogene Verteilung durch Turbulenz des Luftstroms im Rohreintrittsbereich, erzielt wird.

In der in Fig. 1 dargestellten Ausführungsform weist das vertikal angeordnete Rohr 1 am unteren Ende einen Winkel von  $45^\circ$  auf, an dem sich eine Öffnung 6 befindet. Die Öffnung 6 mit einer Größe von 57 x 34 mm befindet sich insbesondere unterhalb des Winkels, d.h. in Strömungsrichtung hinter dem Winkel, an der äußeren Seite des Vierkantrohres 1. An der Öffnung 6 ist ein Probenhalter 2 an das Rohr angebracht. Die Öffnung 6 mit dem Probenhalter 2 ist damit so an dem Winkel positioniert, dass der Gasstrom auf die Probe gerichtet ist. Der Probenhalter 2 ist insbesondere lösbar mit dem Rohr 1 verbunden. In der dargestellten Ausführungsform ist der Probenhalter 2 eine Platte, die z.B. mit Hilfe von Spiralfedern an die Öffnung des Rohres gedrückt wird. Die zu prüfende Oberfläche auf dem Probenhalter 2 weist bei dieser Anordnung in das Innere des Rohres 1 und bildet somit an der Öffnung 6 eine Innenfläche des Rohrs. Der mit Partikeln versetzte Luftstrom strömt somit unter einem definierten Winkel von  $45^\circ$  die Probenoberfläche an. Das Rohr 1 ist lösbar mit dem Abluftschlauch 8 o.dgl. verbunden. Insbesondere wird das Rohr 1 an dem Abluftschlauch 8 mit Hilfe von Schraub- oder Flanschverbindungen angeschlossen. Dies ermöglicht es, das Rohr 1 durch ein Rohr mit einem anderen Winkel auf einfache Weise auszutauschen. Die Länge des vertikal angeordneten Rohrteils, und damit die Länge des Rohres zwischen Dosiervorrichtung 7 und Öffnung 6 bzw. Probenhalter 2 beträgt 1 m.

Mit Hilfe eines Stellventils 5, welches in der dargestellten Ausführungsform am Abluftschlauch 8 angebracht ist, wird der Volumenstrom, und damit die Strömungsgeschwindigkeit, geregelt. In dem Sauger 3 werden die Partikel, mit denen der Luftstrom versetzt worden ist, durch einen Zyklonen sowie durch Filter abgeschieden. Die Strömungsgeschwindigkeit der so gesäuberten Abluft wird durch einen thermischen Strömungssensor 4 erfasst.



**Beispiel**

- Mit Hilfe der in Fig. 1 dargestellten Vorrichtung wurden Probenkörper mit einer Oberfläche aus Polycarbonat vom Typ Makrolon® der Firma Bayer auf ihre Kratzfestigkeit geprüft. Die Oberfläche war nicht zusätzlich kratzfestbeschichtet. Die Probenkörper hatten eine Größe von 40 x 60 mm bei einer Dicke von 2 mm. Die Öffnung des Rohres betrug 34 x 57 mm, was der Fläche der Prüfoberfläche entspricht. Als Feststoffpartikel wurde Quarzsand mit einer Korngrößenverteilung von 125 bis 250 µm verwendet. 3,5 g Quarzsand mit einer Dichte von 15 kg/m³ wurde mit Hilfe eines Trichters mit einer Höhe von 50 mm und einer Austrittsöffnung von 2 mm bei einem Öffnungswinkel von 40° dem Luftstrom zudosiert. Die Zeitspanne, in der der Quarzsand über den Trichter in das Rohr rieselte, betrug – abhängig auch von der gewählten Strömungsgeschwindigkeit des Luftstroms – maximal 15 s. Dies entspricht der Dauer der abrasiven Belastung der Prüfoberfläche.
- Die Länge des Rohres zwischen Rohreingangsöffnung mit der Dosiervorrichtung und der Probenoberfläche betrug 1 m. Die Rohrrinnenkantenlänge betrug 36 mm. Der Anströmwinkel betrug 45°. Der Luftstrom wurde mit Hilfe eines Saugers erzeugt.
- Jeweils 3 Probenoberflächen wurden mit Anströmgeschwindigkeiten von 10, 20, 30 und 40 m/s geprüft, um die Reproduzierbarkeit der Versuche zu testen. Die Beladung des Luftstroms mit Partikeln betrug bei 10 m/s 18 g/m³, bei 20 m/s 9 g/m³, bei 30 m/s 6 g/m³ und bei 40 m/s 4,5 g/m³.
- Nach der Verkratzung der Oberfläche wurde die optische Trübung mit Hilfe eines Trübungsmessgerätes der Firma HunterLab, Modell D25D2P, gemäß der Norm ASTM D1003-95 gemessen. Dabei wird eine getrübbte transparente Probe mit einem parallelisierten Lichtbündel durchleuchtet und der Anteil des durch die Probe diffus gestreuten Lichts im Vergleich zur Gesamtintensität ermittelt. Bei diesen Messungen wurde ein kreisförmiger Ausschnitt der Probenoberfläche mit einem Lichtbündel mit 25 mm Durchmesser untersucht.

- Die Messergebnisse sind in Tabelle 1 zusammengefasst. Die optische Trübung in % entspricht dem Anteil des durch die Probe diffus gestreuten Lichts im Vergleich zur Gesamtintensität des Lichts. Deutlich zu erkennen ist die Abhängigkeit der optischen Trübung von der Strömungsgeschwindigkeit, wobei die Messwerte sehr gut reproduzierbar sind. Die relative Standardabweichung ist kleiner als 2,3 %.

Anströmgeschwindigkeit	Optische Trübung	Relative Standardabweichung
[m/s]	[%]	[%]
10	5,4	1,85
10	5,3	
10	5,5	
20	12	0,83
20	12,2	
20	12,1	
30	18,4	1,64
30	18,6	
30	19	
40	26,1	2,28
40	25	
40	25,9	

Tabelle 1: Optische Trübung in Abhängigkeit von der Anströmgeschwindigkeit.

10

- Um die Homogenität der Verkratzung zu testen, wurden zusätzliche Messungen der optischen Trübung an einer Probe, welche mit einer Anströmgeschwindigkeit von 40 m/s und einem Anströmwinkel von 45° verkratzt wurde, durchgeführt, wobei der Durchmesser des Lichtbündels mit Hilfe einer Blende auf 10 mm verringert wurde.
- Dies ermöglicht, kleinere Ausschnitte der Probenoberfläche zu durchleuchten, wobei messtechnisch bedingt kleinere Trübungswerte auftreten.

15

- 5 Auf der Probenoberfläche von 34 x 57 mm wurde an 12 Messpunkten in Form einer 3x4-Matrix die optische Trübung gemessen. Die Messwerte sind in Tabelle 2 zusammengefasst. Die Messungen zeigen die hohe Homogenität der Verkratzung auf der geprüften Oberfläche. Die relative Standardabweichung betrug 1,83 %.

Messpunkt	x, mm	y, mm	Optische Trübung, %	Relative Standardabweichung, %
1	5	5	10,8	1,83
2	15	5	10,7	
3	25	5	10,6	
4	35	5	10,9	
5	5	15	11,3	
6	15	15	10,7	
7	25	15	10,9	
8	35	15	10,8	
9	5	25	10,9	
10	15	25	10,6	
11	25	25	10,6	
12	35	25	10,9	

Tabelle 2: Optische Trübung an verschiedenen Messpunkten auf der Prüfoberfläche

**Patentansprüche**

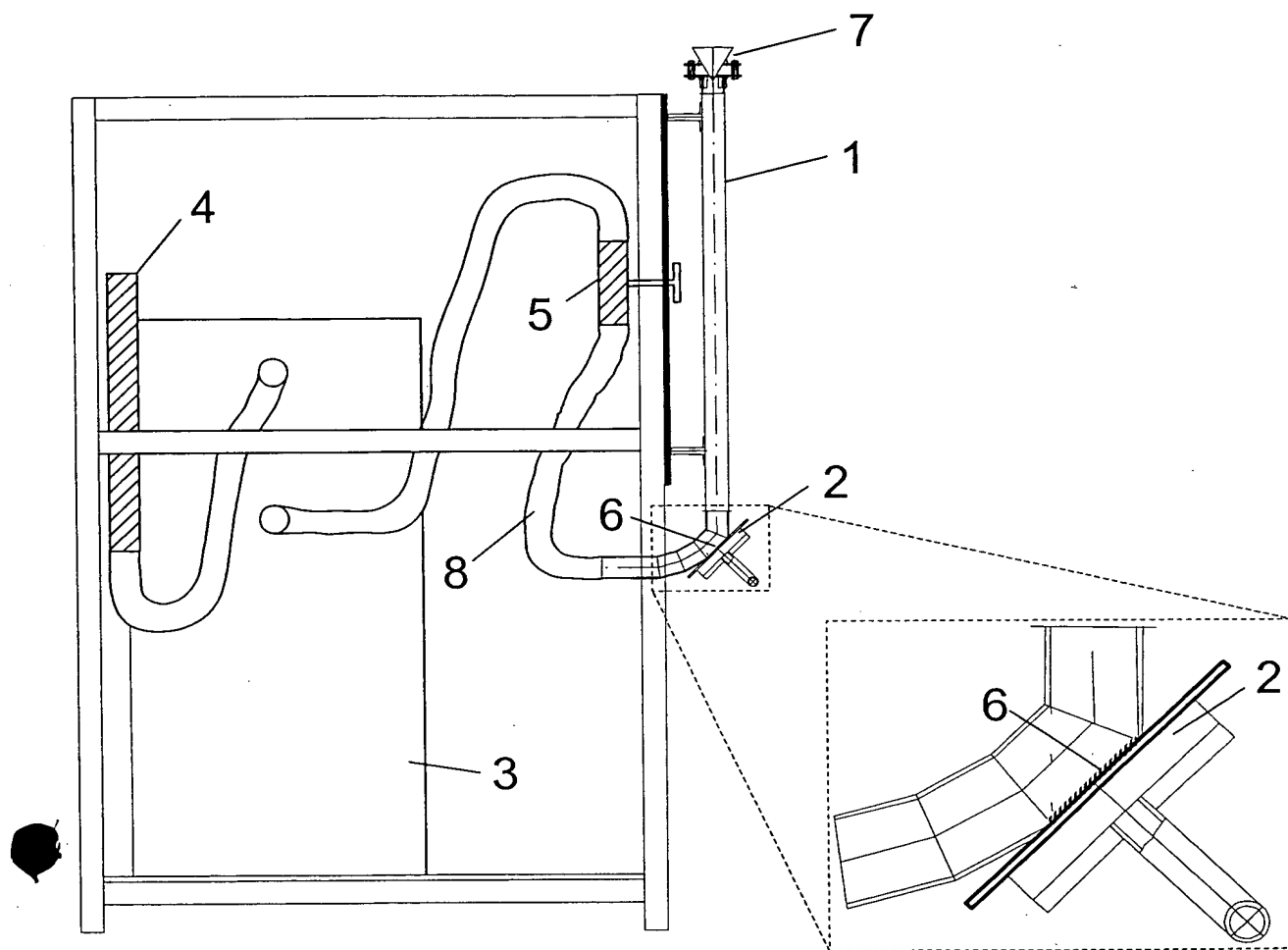
1. Vorrichtung zur Prüfung der Kratzfestigkeit von Oberflächen eines Probekörpers mittels eines mit Feststoffpartikeln versetzten Gasstroms, wenigstens  
5 umfassend ein Rohr (1), welches austauschbar ist, zur Lenkung des Gasstroms auf einen Probenhalter (2) mit der zu prüfenden Oberfläche, wobei zur Erzeugung des Gasstroms ein Gebläse am Rohreingang oder eine Saugvorrichtung (3) am Rohrausgang vorgesehen ist sowie eine Dosiervorrichtung (7)  
10 am Rohreingang oder stromabwärts entlang des Rohres (1) zur Dosierung der Feststoffpartikel in den Gasstrom, dadurch gekennzeichnet, dass das Rohr (1) im Bereich des Rohrausgangs gewinkelt ist und der abgewinkelte Rohrteil an dem Winkel eine Öffnung (6) aufweist, an welcher der Probenhalter (2) mit dem Rohr (1) lösbar verbunden ist, oder anstelle der Öffnung (6) im Inneren des abgewinkelten Rohrteils an dem Winkel ein Probenhalter vorgesehen ist,  
15 wobei die Öffnung (6) mit dem Probenhalter (2) oder der Probenhalter im Innern des Rohres so positioniert ist, dass der Gasstrom auf den Probenhalter gerichtet ist.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Winkel des  
20 Rohres (1) im Bereich der Öffnung (6) 5 bis 90° beträgt.
3. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Durchmesser des Rohres (1) und die Länge des Rohres (1) zwischen der Dosiervorrichtung (7) und der Öffnung (6) in einem Verhältnis von 1:5  
25 bis 1:100, vorzugsweise 1:20 bis 1:30, zueinander stehen.
4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 - 3, dadurch gekennzeichnet, dass das Rohr (1) einen quadratischen Querschnitt aufweist.

5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 - 4, dadurch gekennzeichnet, dass das Rohr (1) ein Stellventil (5) zur Regulierung der Strömungsgeschwindigkeit aufweist.
- 5 6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 - 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Strömungsgeschwindigkeit des mit Feststoffpartikeln versetzten Gasstroms im Bereich von 1 bis 100 m/s, vorzugsweise von 5 bis 50 m/s, regelbar ist.
- 10 7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 - 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Partikelgröße von 10 bis 2000  $\mu\text{m}$  beträgt.
8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 - 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Dichte der Feststoffpartikel von 500 bis 22000  $\text{kg/m}^3$ , vorzugsweise von 1000 bis 10000  $\text{kg/m}^3$ , beträgt.
- 15 9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 - 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Beladung des Gasstroms mit Feststoffpartikeln von 0,1 bis 500  $\text{g/m}^3$  beträgt.

**Vorrichtung zur Prüfung der Kratzfestigkeit von Oberflächen**

**Z u s a m m e n f a s s u n g**

Die Erfindung beschreibt eine Vorrichtung zur Prüfung der Kratzfestigkeit von Oberflächen eines Probekörpers mittels eines mit Feststoffpartikeln versetzten Gasstroms, wenigstens umfassend ein Rohr, welches austauschbar ist, zur Lenkung des Gasstroms auf einen Probenhalter mit der zu prüfenden Oberfläche, wobei zur Erzeugung des Gasstroms ein Gebläse am Rohreingang oder eine Saugvorrichtung am Rohrausgang vorgesehen ist sowie eine Dosiervorrichtung am Rohreingang oder stromabwärts entlang des Rohres zur Dosierung der Feststoffpartikel in den Gasstrom. Das Rohr ist im Bereich des Rohrausgangs gewinkelt, wobei der abgewinkelte Rohrteil an dem Winkel eine Öffnung aufweist, an welcher der Probenhalter mit dem Rohr lösbar verbunden ist, oder anstelle der Öffnung im Inneren des abgewinkelten Rohrteils an dem Winkel ein Probenhalter vorgesehen ist. Die Öffnung mit dem Probenhalter oder der Probenhalter im Innern des Rohres ist so positioniert, dass der Gasstrom auf den Probenhalter gerichtet ist.



**Fig. 1**